

衛星データを利用した人間の経済活動とCO2排出量の関係に関する研究

2006年度CFRS共同利用研究発表会

衛星データを利用した人間の経済活動とCO2排出量に関する研究
 — 人為起源の夜間光を用いたGDPとCO2排出量の地球規模での推定 —

2007年2月28日

○ 原 政直*, 八木 浩*,*,*
 岡田 周平*, 西尾 文彦**

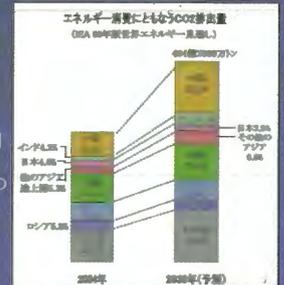
*VTIリサーチ・インスティテュート((株)ビジョンテック)
 **千葉大学環境リモートセンシング研究センター

背景

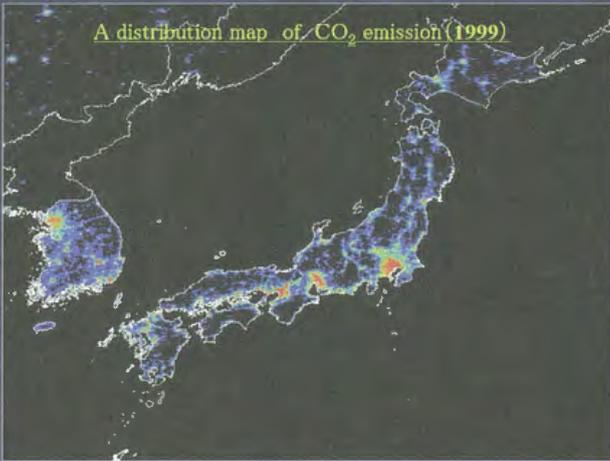
・温室効果ガスの70~80%を占めるといわれているCO₂の排出量が、経済成長の著しい中国をはじめとする途上国において急増している。
 ・京都議定書のもとでは、その批准国以外の国にその削減の義務はないが、地球温暖化に歯止めをかけるには、途上国での行動も監視をしていくことが重要である。

・このCO₂の増大はエネルギー消費、特に、化石燃料の燃焼によって発生させる電力のような転換エネルギーの消費の増大がその大きな原因となっている。

・そこで、米国の軍事気象衛星DMSPの夜間観測データから抽出した人工光をパラメータとして、電力消費によるCO₂の排出量を推定する手法の開発を行ってきた。



A distribution map of CO₂ emission (1999)



目的

DMSP/OLSの夜間画像から抽出した人工光とCO₂の排出源である電力消費量との関係、経済活動の指標となるGDPおよび生産活動の指標となる人口との関係を世界規模で調べ、人間活動のパラメータである人工光のモニタリングにより、電力消費起源CO₂の排出量推定の可能性を評価することを目的とした。

使用データ (衛星とセンサ)

DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) specification

Orbit	Sun-synchronous near polar orbit
Altitude	830km
Revisit	101min
Sensor	OLS (Operational Linescan System) SSM/I (Microwave Imager) SSM/T (Atmospheric Temperature Profiler) SSM/T2 (Atmospheric Water Vapor Profiler) SSJ/M (Precipitating Electron and Ion Spectrometer) SSIES (Ion Scintillation Monitor)

OLS Sensor specification

Band	Spectral range	Spatial resolution		Swath width	Radiometric resolution
		Fine	Smooth		
Visible	0.40~1.10 μm	0.55km	2.7km	3000km	6bit
Visible (Wavelength)	0.47~0.88 μm	0.55km	2.7km	3000km	6bit
Thermal-IR	10.0~13.4 μm	0.55km	2.7km	3000km	8bit

使用データ (DMSP/OLS-VIS)

Annual Composites Version 2
 1992-2003
 National Geophysical Data Center (USA)

- Center half of swath – based on sample number in scanlines.
- No moonlight – model estimates lunar illuminance of each pixel.
- No sunlight – based on solar elevation angle at nadir.
- No glare – based on solar elevation angle at nadir.
- No marginal data – based on solar elevation angle at nadir.
- No “low-gain” data – visual inspection and marking.
- No aurora – visual inspection and marking (north only)
- No clouds – thermal band cloud detection algorithm.
- -65 to 65 latitude
- Produced as 30 arc second grids

処理3 国境ポリゴンデータの属性テーブル作成

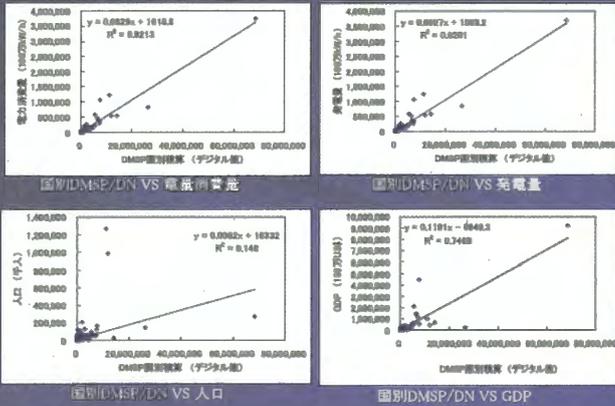
NAME	: 国名	REGION	: 地域
SIGNATURE	: 京都議定書署名日	PHASE	: 京都議定書批准状況
DATE	: 京都議定書批准日		
GDP	: GDP(100万US\$)		
AREA	: 面積 (km2)		
POPULATION	: 人口 (千人)		
EL_PRODUCUT	: 発電量(100kW/h)	EL_CONSUMP	: 電力消費量(100kW/h)
THERMAL	: 火力発電量(100kW/h)	HYDRO	: 水力発電量(100kW/h)
NUCLEAR	: 原子力発電量(100kW/h)	GEO THERM	: 地熱発電量(100kW/h)
EL_IMPORT	: 電力輸入量(100kW/h)	EL_EXPORT	: 電力輸出量(100kW/h)
DMSP_SUM	: 光力 (DMSP-DN値積算)	DMSP_PIXEL	: DMSPピクセル数
DMSP_POP	: DMSPから推定した人口 (千人)		
DMSP_PRO	: DMSPから推定した発電量(100kW/h)		
DMSP_CON	: DMSPから推定した電力消費量(100kW/h)		

処理4 光力(DMSP/OLSのDN値)と統計データの回帰分析

- 1) 世界230ヵ国
 - ・光力と電力消費量
 - ・光力と発電電力量
 - ・光力と人口
 - ・光力とGDP
- 2) 京都議定書批准157ヵ国
 - ・光力と電力消費量
 - ・光力と発電電力量
 - ・光力と人口
 - ・光力とGDP
- 3) 世界230ヵ国のMAP作成
 - ・光力と電力消費量
 - ・光力と発電電力量
 - ・光力と人口

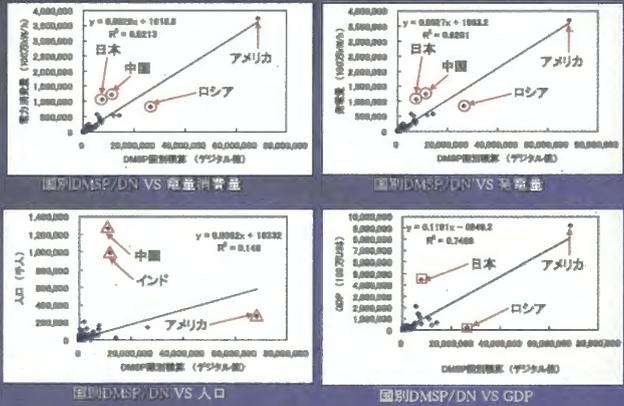
結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(世界230ヵ国)



結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(世界230ヵ国)

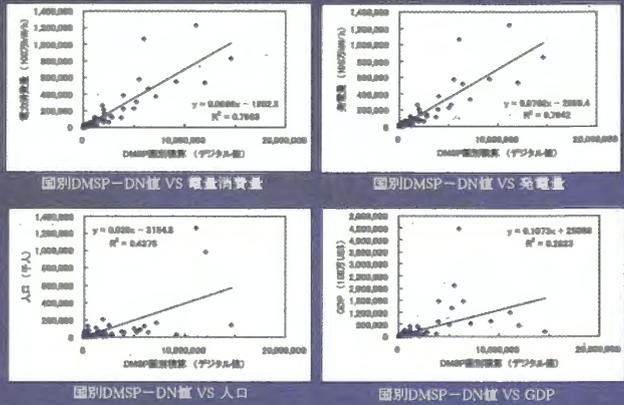


米国



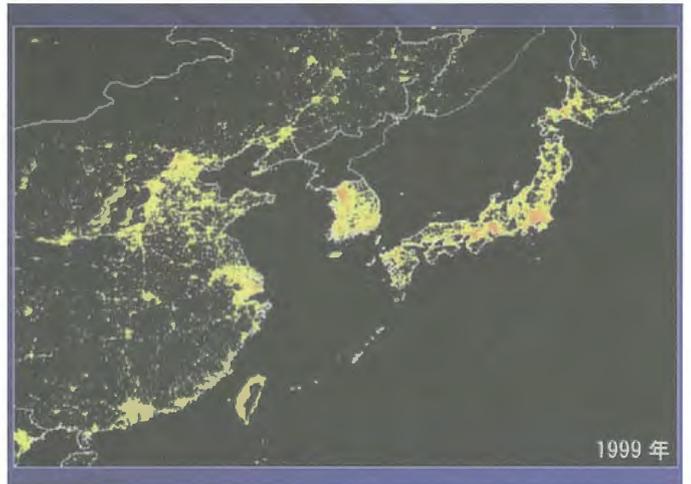
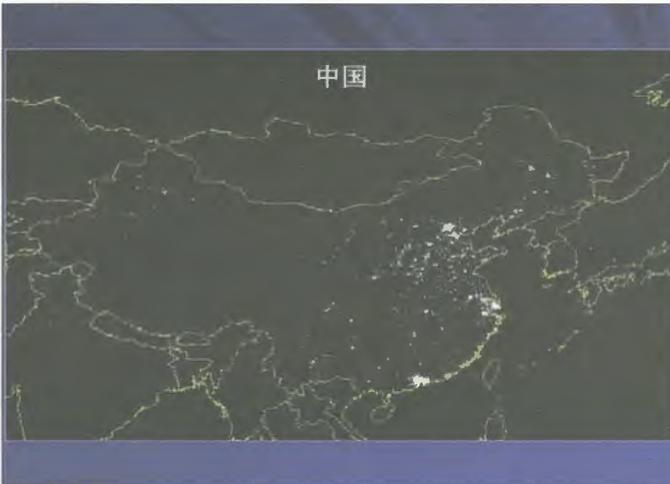
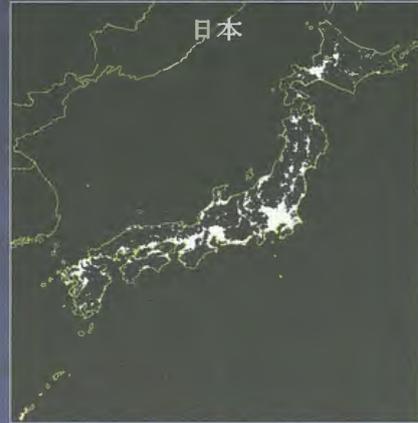
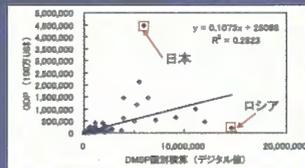
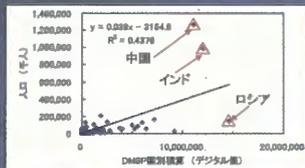
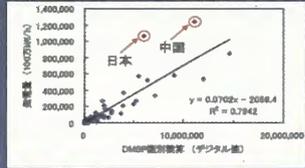
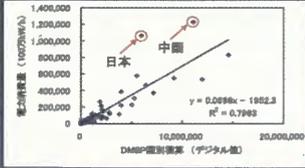
結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157ヵ国)



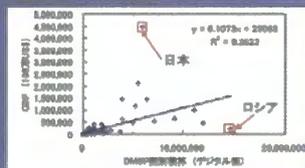
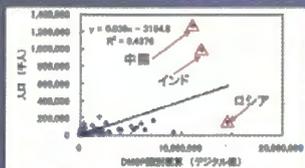
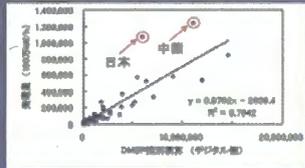
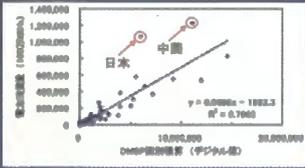
結果

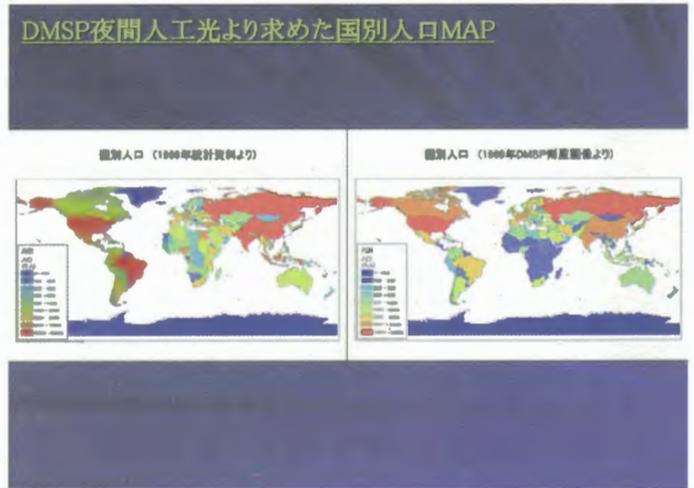
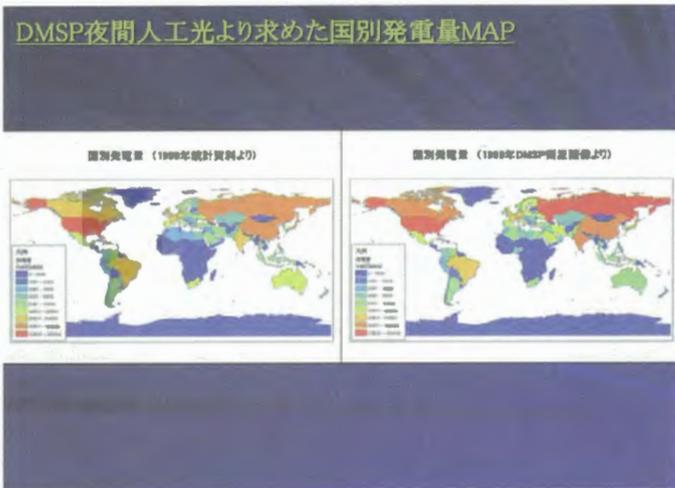
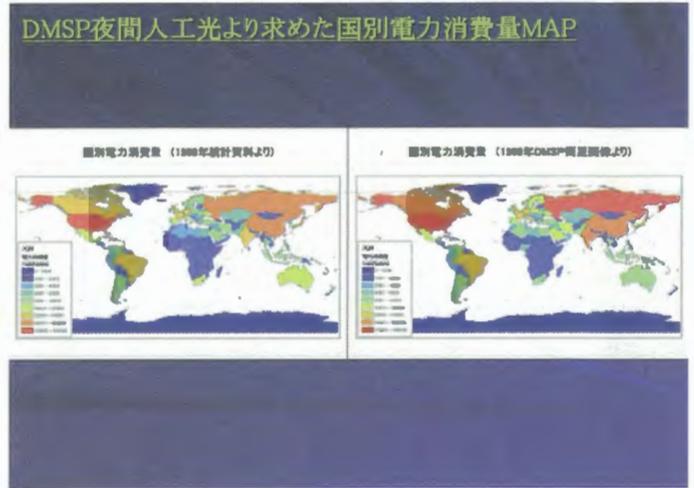
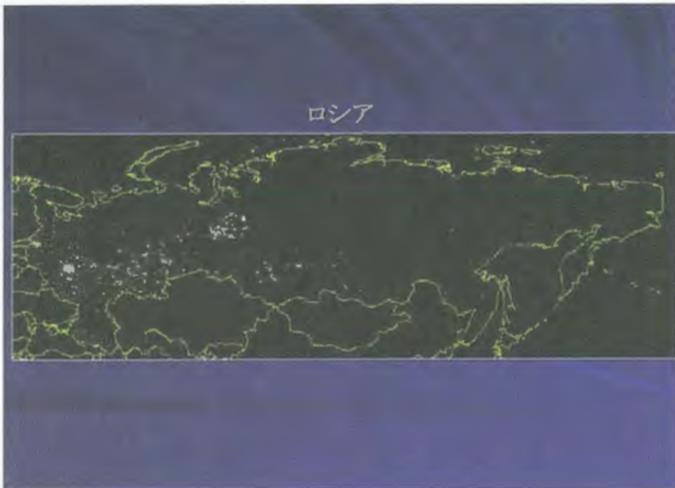
DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157カ国)



結果

DMSP国別積算値と社会統計データの関係(京都議定書批准157カ国)





まとめ

- 世界230カ国のDMSP/DNの推算値と社会統計データの相関関係は
 - 電力消費量、発電量 > 中国、日本のDMSP値が低い、ロシアが高い
($R^2=0.9213$, $R^2=0.9201$)
 - 人口 > 中国、インドのDMSP値が低い、アメリカが高い
($R^2=0.148$)
 - GDP > 日本が低く、ロシアが高い
($R^2=0.7469$)
- 京都議定書批准157カ国のDMSP/DNの推算値と社会統計データの相関関係は
 - 電力消費量、発電量 > 中国、日本のDMSP値が低い、ロシアが高い
($R^2=0.7963$, $R^2=0.7942$)
 - 人口 > 中国、インドのDMSP値が低い、ロシアが高い
($R^2=0.4376$)
 - GDP > 日本が低く、ロシアが高い
($R^2=0.2823$)

まとめ

- 電力消費と発電電力量に関しては、一極集中型の都市部などに発生する光力の飽和の影響が大きい。
- 人口に関しては、流動性が高く、光があっても居住者が少ない所(ロシアなど)や光がなくても居住者がいる所など、必ずしも光の分布と一致しない。
- 光のあるところが必ずしも生産活動をしているとは限らない。

今後の予定

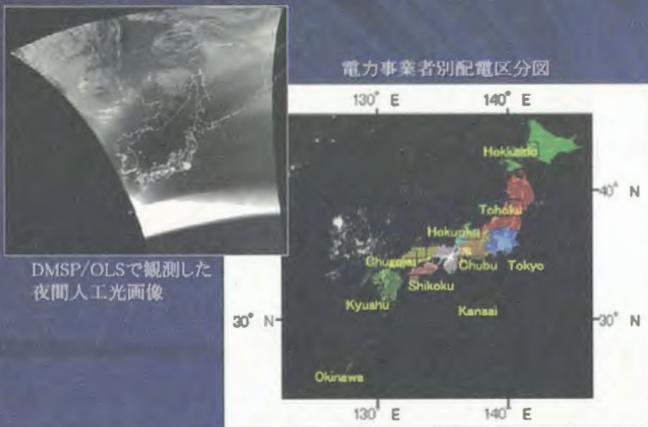
- ・光力の飽和を解決する。
- ・エネルギー消費の推移をDMSPの時系列データを利用して推定する。

2006年度CERS共同利用研究発表会

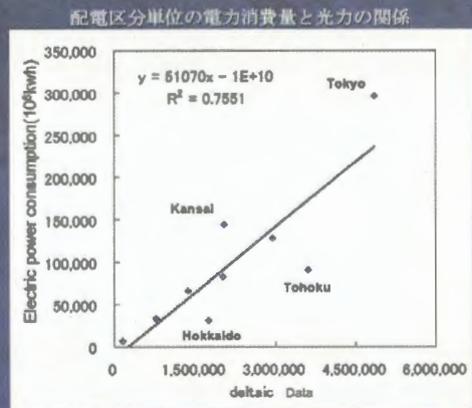
Thank You

Presented by M. Hara, VTI

定常光の光力と電力消費量の関係



定常光の光力と電力消費量の関係



定常光の光力と電力消費に起因するCO₂の排出量の関係

- ・電力事業者単位にCO₂排出量を算定。
- 算定式は地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン(環境省,2003)による。

$$G_p = C_e \cdot \beta$$

Where;

G_p : CO₂ emission volume (kg)

C_e : Electric power consumption

β : CO₂ emission coefficient(0.375 at Japan)

- ・電力事業者単位のCO₂排出量と光力との相関関係を求める。

定常光の光力と電力消費起源CO₂排出量の関係

電力事業者別CO₂排出量と光力の関係

